

1967

Die Dosierung des Kompressionsdruckes von Stützstrümpfen beim varikösen Symptomenkomplex

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Ursula Gröber geb. Eisenhardt
aus Göppingen

1967

9198

LANE MEDICAL LIBRARY OF
STANFORD UNIVERSITY
300 PASTEUR ROAD
PALO ALTO, CALIFORNIA

Die Kunst der Buchdruckerei
von Johann Friedrich Schönerer
Herausgegeben von Dr. phil. & Dr. med.
Johann Friedrich Schönerer

Die Darstellung des Kompressionsdruckes von Schönerer
beim runden Symmetrischen



Digitized by the Internet Archive
in 2026

1967

Aus dem Physiologischen Institut der Universität Tübingen

Direktor: Professor Dr. med. K. Brecht

Die Dosierung des Kompressionsdruckes von Stützstrümpfen beim varikösen Symptomenkomplex

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Ursula Gröber geb. Eisenhardt
aus Göppingen

1967

Dekan: Professor Dr. med. F. Lembeck

1. Berichterstatter: Professor Dr. med. K. Barbey
2. Berichterstatter: Professor Dr. med. K. Brecht

MEINEN ELTERN

Herrn Prof. Dr. K. Brecht danke ich, daß ich die Arbeit an seinem Institut durchführen konnte, Herrn Prof. Dr. W. Schneider, daß er mir die Möglichkeit gab, die experimentellen Bestimmungen an seiner Klinik vorzunehmen, und Herrn Prof. Dr. K. Barbey und Herrn Doz. Dr. W. Adam für die großzügige Unterstützung bei der Durchführung der Untersuchungen. Herrn Prof. Dr. K. Barbey danke ich außerdem für die Überlassung des Dis - sertations-Themas.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
A. Einleitung	1
B. Methodik	
1. Plethysmographische Methodik	5
2. Versuchsgang	6
3. Auswertung	7
C. Ergebnisse	
1. Druck-Volumen-Beziehung bei beingesunden Versuchspersonen	8
2. Druck-Volumen-Beziehung bei beinkranken Versuchspersonen	
a. Messung ohne Stützstrumpf	9
b. Messung mit einem Stützstrumpf	9
3. Dehnungscharakteristik der Stützstrümpfe	10
4. Elastizitätsverlust einer erkrankten Extremität ..	11
D. Diskussion	12
E. Zusammenfassung	16
F. Literaturverzeichnis	I-IX
G. Abbildungen	
H. Lebenslauf	

A. Einleitung

Die Varikosis ist eine häufige Erkrankung der Venen, sie ist nach Ratschow (86) die häufigste auf die Venen beschränkte lokale Durchblutungsstörung.

Varizen entstehen bei einer angeborenen Bindegewebs - schwäche und einer dadurch minderwertigen Venenwand (23, 34, 39, 46, 60, 61, 80, 94, 95, 100, 104) oder einem Mißverhält - nis zwischen dem venösen Druck und der Widerstandsfähig - keit der Venenwand in bestimmten Kreislaufabschnitten (8, 20, 24, 28, 45, 46, 56, 60, 61, 62, 79, 104) durch einen Elastizi - tätsverlust der Venenwand.

Die Varizen sind durch starke Erweiterungen, Aussackun - gen und Knäuelbildungen einer Vene (1, 12, 16, 23, 24, 26, 31, 39, 44, 46, 47, 52, 57, 60, 66, 76, 79, 82, 83, 94, 95, 96), durch un - terschiedliche Dicke, verminderte Elastizität und einen Tonusverlust der Venenwand gekennzeichnet (12, 24, 31, 57, 76, 83, 94, 96). Außer diesen Wandveränderungen findet man in varikös erweiterten Venen Veränderungen der Venenklap - pen, die zu ihrer Insuffizienz führen. Von einigen Auto - ren wird sie als eine Ursache der Varikosis angesehen (15, 79, 82, 96, 100), während von manchen die Klappeninsuffizienz als Folge der Erweiterung der Venen gedeutet wird (19, 24, 28, 47, 68, 94, 99).

Durch die Venenklappeninsuffizienz und die beim Stehen damit verbundene venöse Druckerhöhung kommt es zu einer verlangsamen der Blutströmung oder sogar zu einer Umkehr der Strömungsrichtung (10, 13, 19, 21, 26, 35, 44, 46, 47, 60, 62, 67, 68, 75, 83, 86, 96, 101, 106, 112). Außerdem wird die Funk - tion der Muskelpumpe, die für den venösen Rückstrom von

Bedeutung ist (10,17,19,21,25,32,38,39,49,54,55,56,57,63,66,85,87,88,96), durch die Insuffizienz der Venenklappen erschwert (21,29,35,45,56,63,106). Dadurch kommt es bei Muskeltonusänderungen nicht zu dem normalen Druckabfall (15,22,32,56,59,70,72,77,84,89,98), sondern der Abfall ist geringer oder bleibt ganz aus (15,21,22,39,41,63,70,72,77,84,89,91).

Die Ausbildung von Varizen ist aber auch von der Elastizität des umliegenden Gewebes abhängig (8,17,56,83). Venenwand und Elastizität des umliegenden Gewebes bilden zusammen die elastische Gegenkraft gegen den Innendruck der Vene (8,56).

Bei der Varikosis besteht ein Mißverhältnis zwischen der Wandbeschaffenheit und dem intravasalen Druck, das heißt, die Venenwand setzt dem Innendruck nicht mehr die erforderliche Gegenkraft entgegen. Außerdem scheint auch die Elastizität des die Vene umgebenden Gewebes vermindert (8,17). Die Hämodynamik der unteren Extremität könnte normalisiert werden, wenn der Elastizitätsverlust durch eine von außen einwirkende elastische Gegenkraft ersetzt werden kann (3,8,34,72,73).

Die therapeutische Kompression ist also als eine künstliche Erhöhung des extravasalen Gewebedruckes aufzufassen (27,71,78). Durch die Kompression des Beines durch Verband oder Stützstrumpf soll einerseits der physiologische Venenquerschnitt wiederhergestellt werden (8,14,16,19,27,40,50,53,54,55,58,63,69,71,82,83,85,92,97,104,105,106,107,114), dadurch die Blutströmungsgeschwindigkeit beschleunigt und somit der venöse Abfluß normalisiert werden (8,12,14,19,27,47,50,55,58,64,69,71,79,81,83,85,89,101,102,104,105,107,108,113,114,115). Andererseits aber sollen Stase und Oedembildung verhindert beziehungsweise beseitigt werden (6,24,43,48,49,53,57,60,61,69,72,80,91,92,93,

102,103,115) und die Funktion der Muskelpumpe durch die - sen Gegendruck von außen verbessert werden (14,16,42,52, 53,55,65,74,102,111). Manche Autoren glauben, daß sogar verschlußunfähige Klappen teilweise wieder suffizient werden können (14,30,50,51,54,55,58,63,75,102,107,108, 115).

Die elastische Kompression des Beines von außen wird nur dann optimal sein, wenn der ausgeübte Kompressions - druck gerade so groß ist, daß er den Tonusverlust der Gefäßwand und des umliegenden Gewebes voll ersetzt (8, 39). Es ist also von Bedeutung zu wissen, welchen Kom - pressionsdruck ein verordneter Stützstrumpf besitzt.

Solche Messungen, den Kompressionsdruck von Stütz - strümpfen zu bestimmen, wurden von Sigg (101), van der Molen (69,70), Haid und Schoop (40) und Aussum (6) durchgeführt.

Sigg brachte zur Messung einen Gummiballon, der sich in einer Zellophanhülse befindet und der eine Schlauch - verbindung zu einem Manometer hat, zwischen Bein und Stützstrumpf. Der Gummiballon wird vorher soweit aufge - blasen, daß innerhalb und außerhalb der gleiche Druck herrscht. Dann wird er zwischen Bein und Strumpf durch - gezogen. Die jeweilige Kompression, die das Strumpfe - wirke ausübt, wird an dem Manometer abgelesen.

Van der Molen hat zur Andruckbestimmung eines Strump - fes eine aufblasbare Plastikkapsel zwischen Unterschen - kel und Strumpf eingefügt, die mit einem elektrischen Stromkreis in Verbindung steht. Die Kapsel wird über eine durch den Verband nach außen führende Hohlneedle aufgeblasen. Eine in dem Stromkreis befindliche Lampe zeigt an, wenn der Druck in der Kapsel und im Verband gleich groß ist. Der Manometerstand im Moment des Er -

löschen der Lampe zeigt den Kompressionsdruck des Strumpfes an.

Die Meßmethode von Haid und Schoop ist der von van der Molen angegebenen Methode ähnlich. Ein flaches aufblasbares Bläschen aus Plastikfolie wird unter den Stützstrumpf gebracht. Über einen dünnen Plastikschauch ist das Bläschen mit einer Luftpumpe und einem Manometer verbunden. An den sich gegenüberliegenden Innenflächen des Bläschens sind zwei kleine Kontaktplättchen befestigt, die mit einem Anzeigelämpchen verbunden sind. Erhöht man durch Aufpumpen den Luftdruck in dem Bläschen, sodaß der Andruck des Strumpfes eben überstiegen wird, heben sich die Kontaktplättchen voneinander ab, das Lämpchen erlischt. Der Druck im Moment des Erlöschens beziehungsweise des Wiederaufleuchtens des Lämpchens wird an dem Manometer abgelesen.

Aussum verwendet zur Messung einen unter dem Strumpf liegenden Druckaufnahmekörper, der 2 cm² groß und 3 mm stark ist. Dieser längliche Körper ist an beiden Enden mit einer Verstärkung versehen, die verhindert, daß ein an den Enden des Druckaufnehmers vielleicht entstehen - der größerer Druck mitgemessen wird. Der Druck wird nur in der Mitte des Druckrezeptors gemessen, bei dem es sich um einen elektrischen Widerstand handelt, der unter gewissen Voraussetzungen bei Druck seine elektrischen Werte ändert. Diese Widerstandsänderung kann an einem elektrischen Meßgerät indirekt abgelesen werden und verhält sich proportional zur Stärke des aufgenommenen Druckes.

Bei diesen erwähnten Verfahren wird unter der bereits liegenden Kompression gemessen, das heißt, sie setzen den angelegten Verband oder Stützstrumpf voraus. Es wäre jedoch erstrebenswert, die Elastizitätsverhältnisse des

Beines ohne angelegten Stützstrumpf zu bestimmen, um den Kompressionsdruck den individuellen Verhältnissen anpassen zu können. Dies wird dann möglich, wenn bei definiertem intravasalem Druck die Volumenzunahme der Extremität bestimmt werden kann. Dazu ist es erforderlich, die Druck-Volumen-Beziehung stufenweise über einen bestimmten Druckbereich zu ermitteln. Mit Hilfe der Venenverschuß-plethysmographie kann diese Volumenzunahme der Extremität oder bestimmter Extremitätenabschnitte erfaßt werden (8).

B. M e t h o d i k

1. Plethysmographische Methodik

Die Messung der Druck-Volumen-Beziehung an der unteren Extremität wurde mit Hilfe der Manschettenplethysmographie (7,9,33) durchgeführt. Dazu wurde das Gerät "Vasoscript"⁺⁾ verwendet (7,9).

Bei diesem Meßverfahren wird um den Oberschenkel der Versuchsperson eine Staumanschette gelegt, die mit Hilfe einer Pumpe aufgepumpt werden kann. Pumpt man die Manschette so auf, daß ihr Druck den arteriellen diastolischen Druck nicht überschreitet, so wird nur der venöse Abstrom verhindert, und es kommt zu einer Steigerung des venösen Druckes, bis er dem Druck, der in der Manschette herrscht, entspricht (90). Dadurch nimmt das Volumen der Venen und damit der Extremität zu (4,5,7,36). Diese Volumenzunahme wird mit einer zweiten um die Wade angelegten Meßmanschette gemessen. Damit die Manschette dem

⁺⁾ Fa. B.Boucke, Tübingen

Unterschenkel gut anliegt, wird sie auf einen Grunddruck von etwa 20 mmHg aufgepumpt. Durch die bei der Stauung auftretende Volumenzunahme der Extremität kommt es in der Meßmanschette zu einer geringen Drucksteigerung. Die Messung des Druckanstiegs erfolgt durch ein Differentialmanometer auf elektrischem Wege und wird über einen Gleichstromkanal registriert.

Die Eichung des so registrierten Plethysmogramms erfolgt dadurch, daß am Ende des Meßvorgangs mit Hilfe einer Rekordspritze definierte Luftvolumina aus der Meßmanschette entnommen werden (7,9).

Werden für die Messung der durch die venöse Drucksteigerung bedingten Volumenzunahme der Extremität verschiedene Staudrücke verwandt, so erhält man ein sogenanntes Druck-Volumen-Diagramm (18,37,56,109,110) des untersuchten Extremitätenabschnitts.

2. Versuchsgang

Die Registrierung des Plethysmogramms erfolgte bei liegender Versuchsperson. Nachdem die Oberschenkelstau-manschette und die Unterschenkelmeßmanschette angelegt sind, wird die Meßmanschette auf einen Grunddruck von 20 mmHg aufgepumpt. Es ist darauf zu achten, daß die Versuchsperson so gelagert wird, daß die Meßmanschette nirgends auf der Unterlage aufliegt. Die Registrierung des Plethysmogramms wird nun bei verschiedenen definierten Staudrücken durchgeführt und zwar bei 25, 40, 55 und 70 mmHg. Die Aufzeichnung erfolgt so lange, bis die Kurve auf einen maximalen Plateauwert angestiegen ist. Nach Eichung des Plethysmogramms wird der Druck aus der Stau-manschette entfernt, um die venöse Stauung aufzuheben. Nach einer kurzen Pause erfolgt dann die nächste Messung.

Mit dieser Methode wurden die Druck-Volumen-Diagramme von 20 beingesunden Versuchspersonen und 14 an Varikosis erkrankten Patienten bestimmt. Bei den erkrankten Patienten wurden diese Messungen bei allen 14 Patienten zu - erst mit einem starken Stützstrumpf durchgeführt und daran anschließend erfolgte die Aufzeichnung des Ple - thysmogramms ohne Strumpf.

Bei 4 dieser Patienten wurden zusätzlich noch Messun - gen mit einem Stützstrumpf mittlerer Qualität durche - führt.

3. Auswertung

Aus den registrierten Plethysmogrammen wird aus der Höhe des Plateaus und der Höhe der Eichzacke der Volu - menzuwachs der Extremität pro 100 ml Weichteilgewebe nach folgender Formel berechnet :

$$V/100 = \frac{E_{ml} \times P_{mm}}{E_{mm} \times R}$$

wobei bedeuten : E_{ml} = die zur Eichung aus der Meßman - schette entnommene Luftmenge in ml

E_{mm} = die Höhe der Eichzacke in mm

P_{mm} = die Plateauhöhe in mm

R = Reduktionsfaktor.

Zur Bestimmung des Reduktionsfaktors R ist es nötig, den Umfang der Wade der Versuchsperson an der Stelle zu messen, an der die Meßmanschette angelegt werden soll. Der Reduktionsfaktor für die Volumenzunahme pro 100 ml Weichteilgewebe läßt sich dann aus dem unter der Meß -

manschette liegenden Volumen V_E der Extremität

$$V_E = \frac{U^2}{4 \pi} \times M$$

(U = Wadenumfang , M = Manschettenbreite)

abzüglich des Knochenvolumens V_K in diesem Bereich be - rechnen. Das Knochenvolumen V_K beträgt nach Messungen von K.Barbey und P.Barbey (9,11) in diesem Bereich 48 ml.

Mit Hilfe dieser Meßergebnisse wurden die Druck-Volu - men-Diagramme von 20 Beingesunden und 14 Beinkranken, bei letzteren sowohl mit als auch ohne Stützstrumpf gewonnen.

Aus der Differenz der Druck-Volumen-Diagramme von Ge - sunden und Kranken läßt sich der Tonusverlust eines er - krankten Beines bestimmen.

Vergleicht man die Druck-Volumen-Diagramme der er - krankten Patienten mit und ohne Stützstrumpf, so ergibt sich aus dem Unterschied dieser beiden Kurven die Deh - nungscharakteristik des Strumpfgewebes. Aus der Dehnungs - kurve des Strumpfes kann nun der Kompressionsdruck ent - nommen werden, den der Strumpf beim liegenden und stehen - den Patienten ausübt.

C. E r g e b n i s s e

1. Druck-Volumen-Beziehung bei beingesunden Versuchs - personen (Abb.1)

Aus der mit Hilfe der manschettenplethysmographie be - stimmten Druck-volumen-Beziehung bei 20 beingesunden Versuchspersonen ergaben sich folgende Mittelwerte für

den normalen Volumenzuwachs, der bei einem bestimmten Druck zu verzeichnen ist.

mmHg	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100
ml / 100ml	0,33	0,68	1,23	2,08	2,83	3,44	3,99	4,32	4,61	4,80

2. Druck-Volumen-Beziehung bei beinkranken Patienten

Bei 14 beinkranken Patienten wurde die Druck-Volumen-Beziehung a.) sowohl ohne als auch b.) mit einem Stütz - strumpf ermittelt.

a.) Die Messung ohne Strumpf (Abb.2) ergab bei den Beinkranken einen größeren Volumenzuwachs bei einem bestimmten Druck als bei den gesunden Versuchspersonen (Abb.3). Aus den Plethysmogrammen wurden folgende Mittelwerte errechnet :

mmHg	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100
ml / 100ml	0,92	1,53	2,08	2,88	3,52	4,09	4,59	5,05	5,34	5,61

b.) Die Volumenzuwachsbestimmung erfolgte bei allen 14 Patienten mit einem starken Strumpf (Abb.4). Man sieht, daß durch die Kompression des Strumpfes die Druck-Volumen-Kurve nach links verlagert wird (Abb.5) und daß sie dann im Normbereich liegt (Abb.6).

mmHg	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100
ml / 100ml	—	—	0,49	1,17	1,89	2,53	2,99	3,34	3,61	3,91

Um den unterschiedlichen Volumenzuwachs in Abhängigkeit von der Stärke der von außen einwirkenden Kompression zu zeigen, wurde bei 4 dieser Patienten die Druck-Volumen-Beziehung mit je einem Strumpf starker und mittlerer Qualität gemessen. Der Vergleich des Volumenzuwachses bei diesen 4 Patienten ohne, mit starkem und mit mittlerem Strumpf ist aus der Abb.7 möglich. Die durchschnittlichen Werte für den Volumenzuwachs betragen :

mmHg	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100
ohne Strumpf ml/100ml	0,70	1,51	2,11	3,06	3,67	4,21	4,57	4,89	5,18	5,44
starker Strumpf ml/100ml	—	—	0,29	1,05	1,79	2,41	2,83	3,11	3,34	3,49
mittl. Strumpf ml/100ml	—	—	0,58	1,34	2,24	2,89	3,35	3,70	4,03	4,32

Abb.8 zeigt die Druck-Volumen-Kurven der verschieden starken Strümpfe in Beziehung zur Normkurve.

3. Dehnungscharakteristik der Stützstrümpfe

Die durchschnittliche Dehnungscharakteristik der untersuchten Stützstrümpfe ergibt sich aus dem senkrechten Abstand der Druck-Volumen-Diagramme, die ohne und mit angelegtem Stützstrumpf gewonnen wurden.

a.) Die Dehnungscharakteristik der 14 starken Strümpfe weist folgende Mittelwerte auf (Abb.9) :

ml / 100 ml	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
mmHg	20,00	22,25	25,00	28,75	36,50	54,50	84,75

b.) Aus der folgenden Tabelle ist die unterschiedliche Dehnungscharakteristik eines starken Stützstrumpfes und eines Stützstrumpfes mittlerer Qualität zu ersehen (Abb.10).

ml/100ml	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
starker Strumpf mmHg	20,75	24,00	28,25	35,75	53,50	92,00	—	—
mittl. Strumpf mmHg	16,50	18,00	19,75	22,25	27,25	33,25	39,25	44,75

4. Elastizitätsverlust einer erkrankten Extremität

Die Bestimmung des Elastizitätsverlustes des Gewebes bei einer erkrankten Extremität erfolgt dadurch, daß die Druckunterschiede in dem durchschnittlichen Druck-Volumen-Diagramm von Gesunden und Kranken bei einem bestimmten Volumenzuwachs berechnet werden.

Der durchschnittliche Elastizitätsverlust (Abb.11) beträgt demnach :

ml / 100 ml	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
mmHg	7,5	7,5	8,25	9,5	10,5	11,0	11,5	12,5	18,0	37,5

D. D i s k u s s i o n

Die Manschettenplethysmographie (7,9,33) ermöglicht es, Druck-Volumen-Diagramme der unteren Extremität zu bestimmen. Vergleicht man die Diagramme von beingesunden Versuchspersonen mit denen von beinkranken Patienten, so erkennt man, daß die Venenkapazität bei Erkrankten deutlich vergrößert ist (Abb.3), die Druck-Volumen-Kurve ist nach rechts verlagert und liegt wenig außerhalb des unteren Normbereichs.

Versucht man die erhöhte Venenkapazität bei varikosis durch Kompression von außen zu normalisieren, so muß der therapeutische Druck so groß sein, daß die ursprüngliche pathologische Druck-Volumen-Kurve nach links auf die Normkurve zu verlagert wird. Durch die Kompression des starken Stützstrumpfes erfolgt eine Verschiebung der Druck-Volumen-Kurve an die obere Grenze des Normbereichs (Abb.6), während die Kurve bei Kompression des Beines mit einem Strumpf mittlerer Qualität wohl in den Bereich der Norm verlagert wird (Abb.8), die Venenkapazität aber nicht so stark reduziert wird wie bei der Kompression durch den starken Strumpf.

Extrapoliert man die mit angelegtem Stützstrumpf gewonnene Kurve gegen den Staudruck von Null mmHg, so erhält man durch den Schnittpunkt mit der Ordinate den im Liegen durchschnittlich auf das Bein des Patienten ausgeübten Kompressionsdruck des Strumpfes. Der im Liegen gemessene Andruck betrug für den starken Stützstrumpf 20 mmHg (Abb.9), für den mittleren Strumpf dagegen nur 14 mmHg (Abb.10).

Für die Wirksamkeit des Kompressionsdruckes der Stützstrümpfe ist jedoch nicht nur der im Liegen gemessene Andruck von Bedeutung, sondern auch die Dehnungscharakteristik der Strümpfe, die sich aus der senkrechten Differenz der mit angezogenen und der ohne Strümpfe gemessenen Kurven ergibt (20). Sobald nämlich der Patient aufsteht, wird durch den Anstieg des Venendruckes das Volumen der Extremität größer (4,5,7,36) und dadurch der Strumpf stärker gedehnt. Nimmt man an, daß der Druck beim Stehen auf 100 mmHg ansteigt (20,54), so wird dadurch bei angelegtem Stützstrumpf, wie die Versuche gezeigt haben, das Beinvolumen um durchschnittlich 3,81 ml/100 ml Weichteilgewebe erhöht. Diese Volumenzunahme bewirkt nun durch die vermehrte Dehnung des Stützstrumpfes einen Anstieg des Andruckes. Beim Stehen resultiert so ein Andruck durch den starken Strumpf von durchschnittlich 45,75 mmHg und somit ein Druckanstieg von 25,75 mmHg (Abb.9).

Vergleicht man die Andruckwerte der beiden verschiedenen starken Stützstrümpfe jener 4 Patienten, so beträgt der Andruck im Liegen für den starken Strumpf im Mittel 20,25 mmHg, der des mittleren Strumpfes 14 mmHg. Beim Stehen steigt der Andruck des starken Stützstrumpfes auf 53,75 mmHg an, der des mittleren auf 39 mmHg, der Druckanstieg beträgt demnach für den starken Strumpf 33,25 mmHg, für den mittleren 25 mmHg.

Wenn man die Kompensationswirkung der bei den Messungen verwendeten Strümpfe im Einzelfall betrachtet, so ergibt sich, daß die Störung in manchen Fällen überkompensiert ist. Vor allem ist der Andruck im Liegen zu hoch. Diese Überkompensation spielt jedoch keine Rolle, da der Stützstrumpf, wie Adam (1) schreibt, kein Liegeverband, sondern ein Gehverband sein soll. In einigen Fällen ist aber der Kompressionsdruck auch im Stehen zu hoch, sodaß die Druck-Volumen-Kurve über den Normbereich hinaus nach

links verschoben wird. Daraus erkennt man, daß der Andruck des Stützstrumpfes dem Elastizitätsverlust der Extremität nicht adaequat ist.

Bei einem Vergleich der Werte für den erforderlichen Andruck eines Stützstrumpfes, die mit Methoden gewonnen wurden, die andere Autoren angegeben haben, sieht man, daß diese Ergebnisse nicht miteinander übereinstimmen.

Sigg (101) fand mit seiner Methode bei richtig gewähltem Strumpf Andruckwerte von 140-160 mmHg bei einer Messung am Knöchel. Durch die Abnahme des Andruckes in kranieller Richtung beträgt der Andruck des Stützstrumpfes unterhalb des Knies dann noch 80-100 mmHg. Wie nun Adam, Barbey und Oehmichen (2) zeigen konnten, liegen diese Werte zu hoch, und zwar dadurch, daß 1.) bei Verwendung einer elastischen Meßkapsel durch den Gummistrumpf eine Kompression der Luft im Meßsystem erfolgt und sich dadurch das Volumen in der Gummiblase verringert und folglich auch der Abhub des Strumpfes und 2.) erfolgt durch das Einbringen eines Rezeptors unter den Stützstrumpf eine zusätzliche Dehnung des elastischen Systems. Deshalb ist es notwendig, ein Druck-Abhub-Diagramm für jeden einzelnen Meßpunkt anzufertigen. Der Andruck beträgt dann, wenn der Stützstrumpf dem Bein direkt anliegt, nach den Ergebnissen von Adam, Barbey und Oehmichen (2) am Fuß 23 mmHg. Aus dieser Arbeit ersieht man, daß das von Sigg angegebene Meßverfahren für die Prüfung des Andruckes eines Stützstrumpfes auch annäherungsweise nicht brauchbar ist.

Van der Molen (69,70) fand bei den Messungen mit der von ihm gebauten Anordnung einen Andruck der Strümpfe von 37 mmHg am Knöchel und 25 mmHg unterhalb des Knies. Obwohl auch hier der Druck mit Hilfe einer unter dem Strumpf liegenden Kapsel gemessen wurde, dürfte der durch

die Methode bedingte Fehler gering sein, da der Strumpf durch die Kapsel kaum von der Unterlage abgehoben wird.

Auch bei dem Verfahren von Haid und Schoop (40), das in seinen Grundzügen dem von van der Molen angegebenen entspricht, werden die Meßergebnisse trotz der Messung unter der liegenden Kompression aus dem oben erwähnten Grunde kaum verfälscht sein. Die Verfasser geben als Werte für den Andruck eines Verbandes bei liegendem Patienten 40 mmHg, bei stehendem 70 mmHg an.

Aussum (6) führte mit dem von ihm konstruierten Gerät Überprüfungen des Andruckes bei ärztlich verordneten Stützstrümpfen durch. Es ergab sich dabei, daß der von van der Molen geforderte Mindestandruck eines Strumpfes von 36 mmHg am Knöchel nur in wenigen Fällen erreicht wurde.

Alle diese erwähnten Methoden setzen jedoch den angelegten Verband oder Stützstrumpf voraus. Damit können sie nur zur Überprüfung des wirksamen Kompressionsdruckes eines schon verordneten Stützstrumpfes Verwendung finden, ohne daß im Einzelfall der wünschenswerte Andruck eines Stützstrumpfes vorher genau bestimmt wurde. Mit der Manschettenplethysmographie besteht aber die Möglichkeit, Aufschluß über Abweichungen der Gewebselastizität und der Venenkapazität von der Norm zu erhalten. Außerdem kann eine individuelle Überprüfung des verordneten Stützstrumpfes auf seine Wirksamkeit bei einer an Varikosis erkrankten Extremität durchgeführt werden. Vor allem aber ist es durch die Aufzeichnung eines pathologischen Druck-Volumen-Diagramms und die Bestimmung seiner Abweichung von der Norm möglich, die Dehnungscharakteristik eines zu verordnenden Stützstrumpfes so vorher zu bestimmen, daß im Liegen und Stehen die Venenerweiterung und der Tonusverlust eines erkrankten Beines optimal kompensiert werden.

E. Zusammenfassung

Um beim varikösen Symptomenkomplex den nötigen Andruck eines Stützstrumpfes genau bestimmen zu können, wurden die Elastizitätsverhältnisse der unteren Extremität bei Beingesunden und Beinkranken plethysmographisch bestimmt. Bei 20 beingesunden und 14 an Varikosis erkrankten Versuchspersonen wurden Druck-Volumen-Diagramme der unteren Extremität aufgezeichnet. Bei den Erkrankten erfolgte die Messung sowohl ohne als auch mit einem starken Stützstrumpf, bei 4 dieser Patienten außerdem noch mit einem Strumpf mittlerer Qualität.

Der Volumenzuwachs betrug im Durchschnitt bei beingesunden Versuchspersonen bei einem Staudruck von 30 mmHg 1,23 ml/100 ml Weichteilgewebe, bei beinkranken 2,08 ml/100 ml Weichteilgewebe. Beim Stehen erhöht sich der Volumenzuwachs bei beingesunden auf 4,80 ml/100 ml Weichteilgewebe, bei beinkranken Versuchspersonen auf 5,61 ml/100 ml Weichteilgewebe.

Durch die Kompression eines starken Stützstrumpfes gelingt es, den Volumenzuwachs bei definiertem venösem Druck zu normalisieren. Er beträgt dann bei einem Staudruck von 30 mmHg 0,49 ml/100 ml Weichteilgewebe. Bei einem Stützstrumpf mittlerer Qualität wurden Werte von 0,58 ml und 3,99 ml/100 ml Weichteilgewebe gefunden. Bei diesen 4 Patienten war im Vergleich dazu der Volumenzuwachs bei starkem Strumpf 0,29 ml/100 ml Weichteilgewebe beziehungsweise 3,41 ml/100 ml Weichteilgewebe.

Aus der Dehnungskurve des Stützstrumpfes ergeben sich die Werte für den wirksamen Andruck, der im Liegen und im

Stehen durch den starken Strumpf auf das Bein ausgeübt wird. Im Liegen beträgt dieser Andruck 20 mmHg, während er beim Stehen um 25,75 mmHg auf 45,75 mmHg ansteigt.

Die beschriebene Methode ermöglicht :

- 1.) durch die Messung des Tonusverlustes einer erkrankten Extremität den erforderlichen Andruck eines zu verordnenden Stützstrumpfes vorher zu bestimmen, und
- 2.) kann man mit diesem Verfahren prüfen, ob ein angelegter Stützstrumpf die Elastizitätsverhältnisse einer erkrankten Extremität zu normalisieren vermag.

F. L i t e r a t u r v e r z e i c h n i s

1. Adam, W. Die Behandlung der sog. Bein -
leiden in der Praxis unter be -
sonderer Berücksichtigung der
Verbände und Verödungen.
Regensburger Jahrbuch ärztlicher
Fortbildung Bd.XIII, (1965), 246.
2. Adam, W. Die Druckmessung unter dem
Barbey, K. Gummistrumpf.
Oehmichen, Ch. Zbl. f. Phleb. 3, (1964), 170.
3. Allen, E. Peripheral vascular disease.
Barker, N.W. Philadelphia (1955).
Hines, E.A.
4. Asmussen, E. I. Pulsfrequenz und Körperstel -
Christensen, E.H. lung.
Scand. Arch. Physiol. 81, (1939),
190.
5. Atzler, E. Die Schwankungen des Fußvolumens
Herbst, R. und deren Beeinflussung.
Z. ges. exper. Med. 38, (1923), 137.
6. Aussum, J.F. Druckmessung am Kompressions -
strumpf.
Münch. med. Wschr. 107, (1965), 2195.
7. Barbey, K. Experimentelle Untersuchungen über
Kreislaufregulationen am Menschen.
Habilitationsschrift, Tübingen
(1960).
8. Barbey, K. Eine Methode zur Messung von Druck-
Adam, W. Volumen-Diagrammen am Bein.
Arch. klin. exper. Dermatologie
Bd. 222, (1965), 423.
9. Barbey, K. Ein neuer Plethysmograph zur Mes -
Barbey, P. sung der Extremitätendurchblutung.
Z. f. Kreisl.-Forsch. 52, (1963),
1129.
10. Barbey, K. in Naegeli, Th. und Matis, P. :
Brecht, K. Die thromboembolischen Erkan -
nungen und ihre Behandlung.
Stuttgart (1955).
11. Barbey, P. Größe und Geschwindigkeit der
Blutverschiebung in die unteren
Extremitäten bei der akuten ortho -
statischen Belastung.
Dissertation, Tübingen (1963).

12. Barnett, A.J.
Fraser, J.R.E. Peripheral vascular disease.
Melbourne press (1955).
13. Bauer, G. Considérations sur l'évolution,
le diagnostic et le traitement
des thromboses veineuses et des
embolies pulmonaires.
Lyon chir. 42, (1947), 656.
14. Baumann, R. Die Behandlung der varikösen
Unterschenkelgeschwüre mit dem
Schaumgummikompressionsverband.
Ärztl. Wschr. (1952), 90.
15. Beecher, H.K. Ajustement of the flow of tissue
fluid in the presence of localized
sustained high venous pressure as
found with varices of the great
saphenous system during walking.
J. clin. Invest. 16, (1937), 733.
16. Bisgaard, H. Ulcus und Eczema cruris phle -
bitidis sequelae.
Leipzig (1941).
17. Blanchod, M.F. Le traitement du complexe
variqueux.
Révue méd. Suisse Romande
60, (1940), 928.
18. Blömer, H. Dehnungsversuche an überlebenden
großen Venen.
Z. Biol. 107, (1955), 468.
19. Brann, N. Die chronischen Beinleiden und
ihre ambulante Behandlung.
Leipzig (1931).
20. Brecht, K.
Barbey, K. Venentonus, Venenkapazität und
ihre Messung.
Med. Welt (1965), 727.
21. Burch, G.E. A Primer of venous pressure.
Philadelphia (1950).
22. de Camp, P.T.
Shramel, K.J.
Ray, Ch.J.
Feibelman, N.D.
Ward, J.A.
Ochsner, A. Ambulatory venous pressure
determinations in postphlebotic
and related syndromes.
Surgery (St.Louis) 29, (1951), 44.
23. Colombo, O. Thrombose, Varizen, Ulcus cruris
varicosum.
Wien. med. Wschr. 112, (1962), 667.
24. Delater, G. Les maladies des veines et leur
traitement.
Paris (1932).

25. Delius, L.
Odenthal, F.
Homann, G. Untersuchungen zur Regulation
des venösen Rückstromes II.
Z. klin. Med. 146, (1950), 237.
26. Dick, W. Wie entsteht eine Varikosis?
Fragen aus der Praxis.
Dtsch. med. Wschr. 84, (1959), 2207.
27. Druckmessung bei Unterschenkel -
druckverbänden.
Ärztl. Praxis 12, (1960), 1947.
28. Eysholdt, K.G. Krampfaderbehandlung.
Ther. d. Gegenwart 93, (1954), 333.
29. Fischer, H. Eine neue Therapie der Phlebitis.
Med. Klinik 6, (1910), 1172.
30. Fischer, H. Zur Therapie der Stauungen in
der unteren Extremität und
ihrer Folgen.
Münch. med. Wschr. (1923), 116.
31. Foote, R.R. Varicose veins.
London (1949).
32. Gollwitzer -
Meier, K. Venensystem und Kreislauf -
regulierung.
Erg. d. Physiol. 34, (1932), 1145.
33. Graf, K.
Westersten, A. Untersuchungen über Eigenschaften
und Verwendungsmöglichkeiten
eines flexiblen Extremitäten -
plethysmographen.
Acta physiol. scand. 46, (1959), 1.
34. Greither, A. in Gottron-Schönfeld :
Handbuch der Dermatologie
und Venerologie III, I.
Stuttgart (1961).
35. Greither, A. Über die Pathogenese der
Krampfaderfolgen.
Dtsch. med. Wschr. 81, (1956), 1797.
36. Grill, C. Plethysmographische Untersuchen -
gen über das Arm- und Beinvolumen
während und nach der Arbeit,
welche die Zirkulationsverhält -
nisse im Gefäßsystem der Extre -
mitäten beleuchten.
Scand. Arch. Physiol. 67, (1933), 1.
37. Guyton, A.C. Pressure-Volume curves in
live dogs.
Amer. J. Physiol. 184, (1956), 253.
38. Haid, H. Die konservative Behandlung
der Venenerkrankung.
Heilkunst 76, (1963), 89.

39. Haid-Fischer, F. Die Venenfibel.
Haid, H. Stuttgart (1965).
40. Haid, H. Eine neue Methode zur Messung
Schoop, W. und Registrierung des Andruckes
unter Kompressionsverbänden.
Med. Welt (1965), 2110.
41. Halse, Th. Das postthrombotische Syndrom.
Kreislaufbücherei 13,
Darmstadt (1954).
42. Halse, Th. in Naegeli, Th. und Matis, P. :
Die thromboembolischen Erkran -
kungen und ihre Behandlung.
Stuttgart (1955).
43. Halse, Th. Das postthrombotische Syndrom.
Z. f. Kreisl.-Forsch. 48, (1959),
790.
44. Haxthausen, H. Die Kreislaufverhältnisse bei
Varizen und ihr Zusammenhang
mit Ulcus und Ekzema cruris.
Arch. f. Derm. u. Syph. 166,
(1932), 639.
45. Heilmeyer, L. Lehrbuch der speziellen patho -
logischen Physiologie.
Stuttgart (1960).
46. Hoff, F. Klinische Physiologie und
Pathologie.
Stuttgart (1962).
47. Jaeger, F. Krampfadern, Hämorrhoiden,
Krampfadernbruch.
Leipzig (1958).
48. Jaeger, F. Über die Entstehung und Be -
handlung von Krampfadern und
Hämorrhoiden.
Med. Mschr. 3, (1929), 574.
49. Jaeger, F. Primäre und sekundäre Krampfadern.
Med. Welt (1955), 1237.
50. Jaeger, F. Behandlung der Varizen.
Med. Welt (1961), 1770.
51. Jaeger, F. Erkrankungen des Venensystems
und ihre Behandlung.
Therapiewoche 11.J. (1960/61), 175.
52. Keining, E. Lehrbuch der Haut- und
Geschlechtskrankheiten.
München (1961).
53. Krieg, E. Die Behandlung der sogenannten
Beinleiden in der Praxis.
Stuttgart (1963).

54. Krieg, E. Die Venenentzündung.
München (1952).
55. Krieg, E. Die Behandlung der Venenentzündung.
Therapiewoche H. 23/24,
(1954/55), 587.
56. Krug, H. Die Dynamik des venösen
Schlicher, C. Rückstromes.
Leipzig (1960).
57. Laubry, Ch. Traité des maladies des veines.
Louvel, J. Paris (1950).
58. Leun, W. Herabminderung der Emboliege -
fahr durch elastische Klebe -
kompressionsverbände.
Med. Welt (1941), 613.
59. Linser, K. Die durch venöse Stauung bedingte
Unterschenkel-sklerose.
Münch. med. Wschr. 103, (1961),
1745.
60. Linser, P. Moderne Therapie der Varizen,
Vohwinkel, K.H. Hämorrhoiden und Varicocoele.
Hrsg. von W. Schneider.
Stuttgart (1955).
61. Lutz, W. Lehrbuch der Haut- und
Geschlechtskrankheiten.
Basel (1963).
62. Magnus, G. Die Zirkulationsverhältnisse
in Varizen.
Dtsch. Z. f. Chir. 162, (1921),
71.
63. Matis, P. in Naegeli, Th. und Matis, P. :
Mayer, W. Die thromboembolischen Erkan -
kungen und ihre Behandlung.
Stuttgart (1955).
64. Matis, P. Behandlung der peripheren venö -
sen Durchblutungsstörung.
Regensburger Jahrbuch ärztlicher
Fortbildung Bd.XIII, (1965), 212.
65. May, R. Die Therapie des varikösen
Symptomenkomplexes.
Therapiewoche 4, (1953/54), 445.
66. Meisen, V. Varicose veins and haemorrhoids
and their treatment.
Copenhagen and Oxford
University Press (1932).
67. Meyer, O. Beinleiden und ihre operations -
lose Behandlung.
München (1934).

68. Mörike, K. in Naegeli, Th. und Matis, P. :
Die thromboembolischen Erkrankungen und ihre Behandlung.
Stuttgart (1955).
69. van der Molen, H.R. Über Druckmessung an Unterschenkelverbänden bei chronischer Insuffizienz der venösen und lymphatischen Zirkulation.
Med. Welt (1960), 1697.
70. van der Molen, H.R. Mésure de la compression en thérapeutique phlébologique et notamment de la pression permanente efficace après réduction de l'oedème.
Phlébologie Avril/Juin (1960), 105.
71. van der Molen, H.R. Die physiologischen Grundlagen der Kompressionsbehandlung bei venösen und lymphatischen Störungen der unteren Extremitäten.
Zbl. f. Phleb. 3, (1964), 186.
72. van der Molen, H.R. in : Anthologia phlebologica
Kuiper, J. Varitex.
Haarlem (1962).
73. van der Molen, H.R. Funktionelle ikonographische Analyse der venösen Stase.
Kuiper, J. Zbl. f. Phleb. 1, (1962), 2.
74. van der Molen, H.R. in : Anthologia phlebologica
Lukkes, J. Varitex.
Haarlem (1962).
75. Moser, F. Grundlagen der Thromboseprophylaxe in der inneren Medizin.
Med. Welt (1960), 1312.
76. Myers, T.T. in Allen, E., Barker, N.W. und Hines, E.A. : Peripheral vascular disease.
Philadelphia (1955).
77. Naegeli, Th. in Naegeli, Th. und Matis, P. :
Dortenmann, J. Die thromboembolischen Erkrankungen und ihre Behandlung.
Stuttgart (1955).
78. Netzer, C.O. Die Behandlung der chronischen venösen Abflußstörungen in der unteren Körperhälfte.
Münch. med. Wschr. 105, (1963), 1756.
79. Nobl, G. Der variköse Symptomenkomplex.
München (1918).
80. Nobl, G. Konservative Krampfaderbehandlung für praktische Ärzte.
Wien, Berlin (1932).

81. Orbach, E.J. Varicose veins.
J. amer. med. Assoc. 166, (1958),
1964.
82. Mc Pheeters, H.O. Varicose veins.
Philadelphia (1929).
83. Pirner, F. Der variköse Symptomenkomplex
mit seinen Folgen und Nach -
krankheiten.
Stuttgart (1957).
84. Pollack, A.A. The effect of exercise and body
Taylor, B.E. position on the venous pressure
Myers, T.T. at the ankle in patients having
Wood, E.H. venous valvular defects.
J. clin. Invest. 28, (1949), 559.
85. Prerovsky, I. Krankheiten der tiefen Venen
Linhart, J. der unteren Gliedmaße.
Dejdar, R. Jena (1960).
86. Ratschow, M. Med. Praxis : Die peripheren
Durchblutungsstörungen.
Dresden-Leipzig (1953).
87. von Reckling - Unblutige Blutdruckmessung.
hausen, H. Arch. f. exp. Path. 55, (1906),
463.
88. Rost, F. Pathologische Physiologie
des Chirurgen.
Leipzig (1920).
89. Santler, R. Zur Ätiologie und Pathogenese des
varikösen Symptomenkomplexes.
Zbl. f. Phleb. 1, (1962), 17.
90. Scheppokat, K.D. Quantitative Untersuchungen über
Elastizität und Kontraktilität
peripherer menschlicher Blut -
gefäße in vivo.
Pflügers Arch. 266, (1958), 130.
91. Schmitz, R. Geschwürige Folgezustände nach
Beinvenenthrombosen.
Habilitationsschrift, Tübingen
(1958).
92. Schmitz, R. Zur Technik und Wirkungsweise
verschiedener Druckverbände bei
chronischer Beinveneninsuffizienz.
Dtsch. med. Wschr. (1964), 1628.
93. Schneider, W. Die Therapie des varikösen Symp -
tomenkomplexes unter besonderer
Berücksichtigung des Ulcus
cruris varicosum.
J. f. med. Kosmetik 8, (1954), 253.

94. Schneider, W.
Coppenrath, R. in Riecke, E. : Lehrbuch der Haut- und Geschlechtskrankheiten. Stuttgart (1962).
95. Schönfeld, W.
Schneider, W. Lehrbuch der Haut- und Geschlechtskrankheiten. Stuttgart (1965).
96. Schörcher, F. Krampfadern und ihre Heilung. München (1957).
97. Schörcher, F. Verbände bei Krampfadern. Ärtzl. Praxis 10, (1958), 219.
98. Seiro, V. Über Blutdruck und Blutkreis - lauf in den Krampfadern der unteren Extremität. Acta chir. scand. 80, (1937), 41.
99. Siebert, K.
Wreszynski, E. Operationslose Krampfader-Be - handlung. München (1930).
100. Sigg, K. Varizen und Ulcus cruris und Thrombose. Berlin-Göttingen-Heidelberg (1958).
101. Sigg, K. Die Kompression mit Verbänden und Gummistrümpfen zur Prophylaxe und Therapie venöser Beinleiden. Fortschr. d. Med. 15, (1963), 601.
102. Sigg, K. Zur Behandlung der Varizen, der Phlebitis und ihrer Komplika - tionen. Hautarzt 1, (1950), 44.
103. Sigg, K. Behandlung der Thrombose, der Varizen und des Ulcus cruris. Praxis 44, (1955), 765.
104. Sonntag, E. Krampfadern. Berlin (1950).
105. Stanton, J.R.
Freis, E.D.
Wilkins, R.W. The acceleration of linear flow in the deep veins of the lower extremity of man by local compression. J. clin. Invest. 28, (1941), 553.
106. Stotzer, E. Zur Phlebitis und deren ambulanter Behandlung. Schweiz. med. Wschr. 67, (1937), 476.
107. Thaessler, G.
Theisen, H. Der plastische Gehstützverband. Derm. Wschr. 136, (1957), 1332.
108. Theisen, H. Behandlung des varikösen Symp - tomenkomplexes. Derm. Wschr. 145, (1962), 289.

109. Thron, H.L.
Scheppokat, K.D.
Heyden, A.
Gauer, O.H. Das Verhalten der kapazitiven und der Widerstandsgefäße der menschlichen Hand in Abhängigkeit von thermischen Einflüssen. Pflügers Arch. 266, (1958), 150.
110. Thron, H.L.
Scheppokat, K.D.
Hintze, A. Über das Verhalten der kapazitiven und der Widerstandsgefäße der menschlichen Hand im Verlaufe einer durch tiefe willkürliche Inspiration ausgelösten kurz dauernden Vasokonstriktion. Pflügers Arch. 270, (1959/60), 239.
111. Wandschneider, H. Indikationen und Aufgaben flexibler Stütz- und Entlastungsverbände an der oberen und unteren Extremität. Krankengymnastik 14, (1962), 84.
112. Wertheimer, P.
Santot, J. Pathologie vasculaire des membres. Paris (1958).
113. Wilkins, R.W.
Mixer, G.
Stanton, J.R. Elastic stockings in the prevention of pulmonary embolism.I. A preliminary report. New England 246, (1952), 360.
114. Wilkins, R.W.
Stanton, J.R. Elastic stockings in prevention of pulmonary embolism.II. A progress report. New England 248, (1953), 1087.
115. Willenegger, H.
Sigg, K.
Egli, E.
Binswanger, J. Versuch zur Durchführung einer Thrombembolieprophylaxe ohne Koagulantien. Schweiz. med. Wschr. 87, (1957), 739.

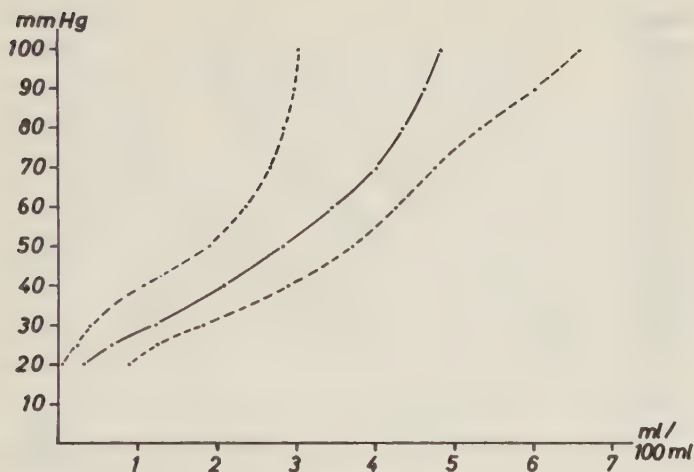


Abb. 1 :

Druck-Volumen-Diagramm der Wade von 20 beingesunden Versuchspersonen.- Ordinate : Staudruck in mmHg.- Abszisse : Gemessene Volumenzunahme der Wade in ml/ 100 ml Gewebe.- Die durchgezogene Kurve stellt die Mittelwertskurve dar, die gestrichelten Kurven geben die maximalen Streuwerte an.

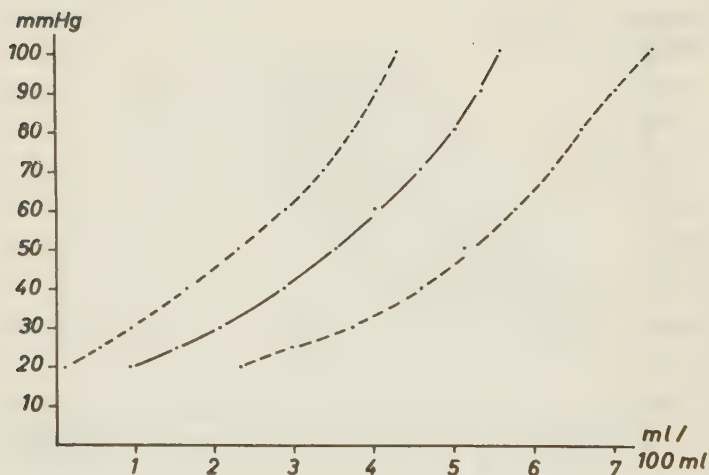


Abb. 2 :

Druck-Volumen-Diagramme der Wade von 14 Patienten mit Varizen ohne einen Stützstrumpf.- Ordinate : Staudruck in mmHg.- Abszisse : Volumenzunahme in ml/100 ml Gewebe.- Die durchgezogene Kurve ist die Mittelwertskurve, die gestrichelten Kurven zeigen die Grenzen des Streubereichs an.

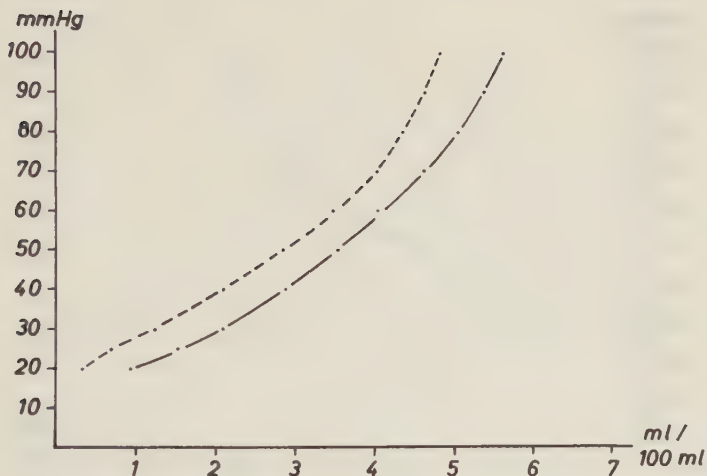


Abb. 3 :

Druck-Volumen-Diagramme der Wade von 20 gesunden Versuchspersonen und 14 Patienten mit Varizen ohne Stützstrumpf.- Ordinate : Staudruck in mmHg.- Abszisse : Volumenzunahme in ml/100 ml Gewebe.-

--- Druck-Volumen-Diagramme von gesunden Versuchspersonen.-
 — Druck-Volumen-Diagramme der Patienten.-

Durch den verminderten Gewebedruck wird das Druck-Volumen-Diagramm bei den Patienten nach rechts wenig über die untere Normbereichsgrenze verschoben.

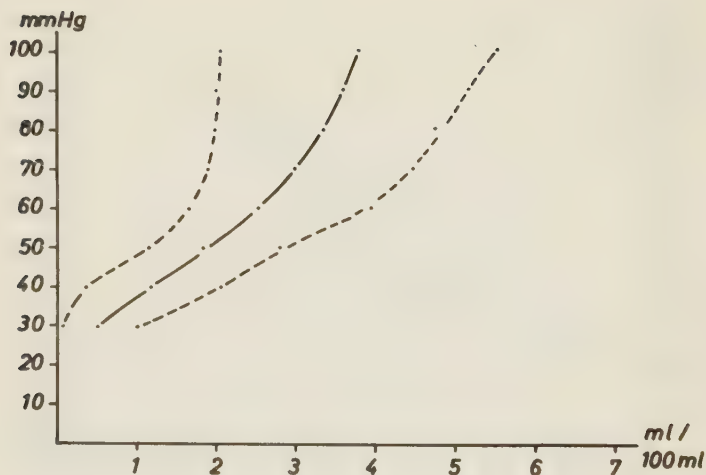


Abb. 4 :

Druck-Volumen-Diagramme der Wade von 14 Patienten mit Varizen mit einem starken Stützstrumpf.- Ordinate : Staudruck in mmHg.- Abszisse : Volumenzunahme in ml/100 ml Gewebe.- Die durchgezogene Kurve entspricht der Mittelwertskurve, die gestrichelten Kurven stellen den maximalen Streubereich dar.

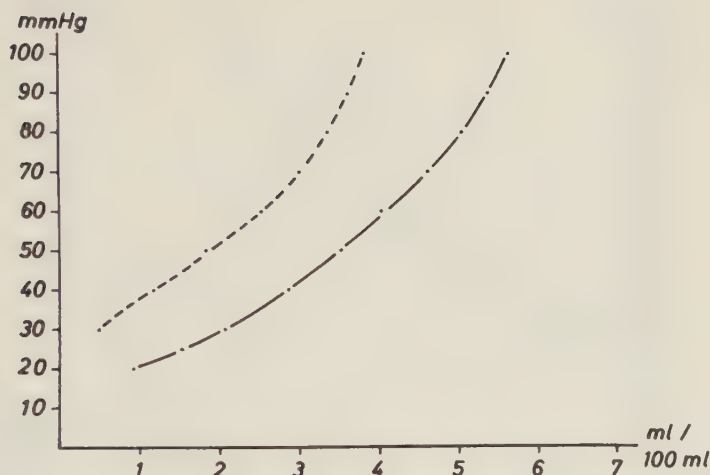


Abb. 5 :

Druck-Volumen-Diagramme der Wade von 14 Patienten mit Varizen (sowohl mit einem starken als auch ohne Stützstrumpf gemessen).— Ordinate : Staudruck in mmHg.— Abszisse : Volumenzuwachs in ml/100 ml Gewebe.—

--- Druck-Volumen-Diagramm mit Stützstrumpf.—

— Druck-Volumen-Diagramm ohne Stützstrumpf.—

Durch die Kompression des Stützstrumpfes wird die pathologische Druck-Volumen-Kurve nach links verlagert.

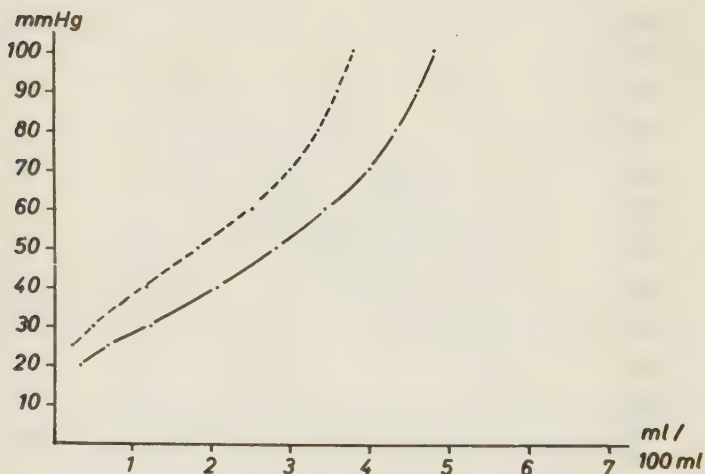


Abb. 6 :

Druck-Volumen-Diagramme der Wade von 20 gesunden Versuchspersonen und 14 Patienten mit Varizen mit einem starken Stützstrumpf.- Ordinate : Staudruck in mmHg.- Abszisse : Volumenzuwachs in ml/100 ml Gewebe.-
 — Druck-Volumen-Diagramm der gesunden Versuchspersonen.-
 --- Druck-Volumen-Diagramm der Patienten.-
 Durch die elastische Kompression von außen wird das Druck-Volumen-Diagramm der Patienten nach links in den Normbereich verlagert.

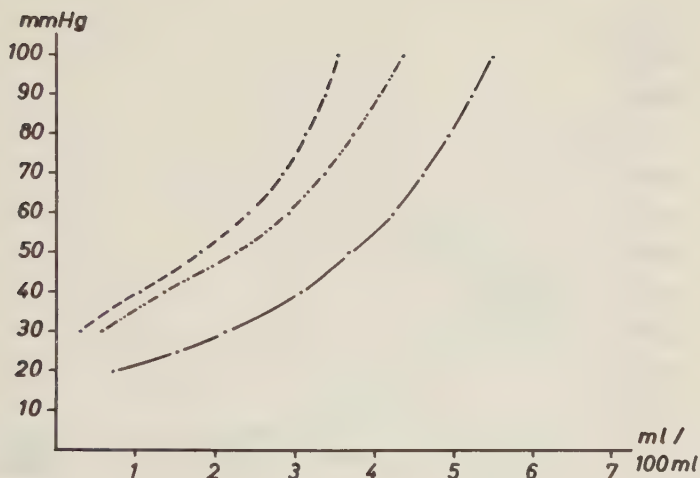


Abb. 7 :

Druck-Volumen-Diagramme der Wade von 4 Patienten mit Varikosis mit einem starken, einem mittleren und ohne Strumpf gemessen.- Ordinate : Staudruck in mmHg.- Abszisse : Volumenzuwachs in ml/100 ml Gewebe.-

---- Druck-Volumen-Diagramm mit einem starken Strumpf.-

-.-.- Druck-Volumen-Diagramm mit einem mittleren Strumpf.-

—— Druck-Volumen-Diagramm ohne Strumpf.-

Die Verminderung des Volumenzuwachses ist je nach Stärke des Stützstrumpfes verschieden.

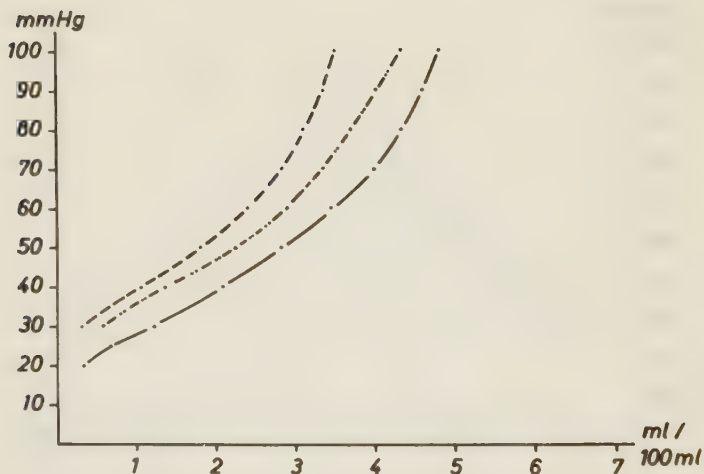


Abb. 8 :

Druck-Volumen-Diagramme der Wade von 20 gesunden Versuchspersonen und 4 an Varikosis erkrankten Patienten (sowohl mit einem starken als auch einem mittleren Strumpf gemessen).— Ordinate : Staudruck in mmHg.— Abszisse : Volumenzuwachs in ml/100 ml Gewebe.—

---- Druck-Volumen-Diagramm der Patienten mit starkem Strumpf.
 -.-.- Druck-Volumen-Diagramm der Patienten mit mittl. Strumpf.
 — Druck-Volumen-Diagramm der Beingesunden.—

Die Verschiebung der Druck-Volumen-Kurve nach links in den Normbereich ist umso größer, je stärker die Kompression von außen ist.

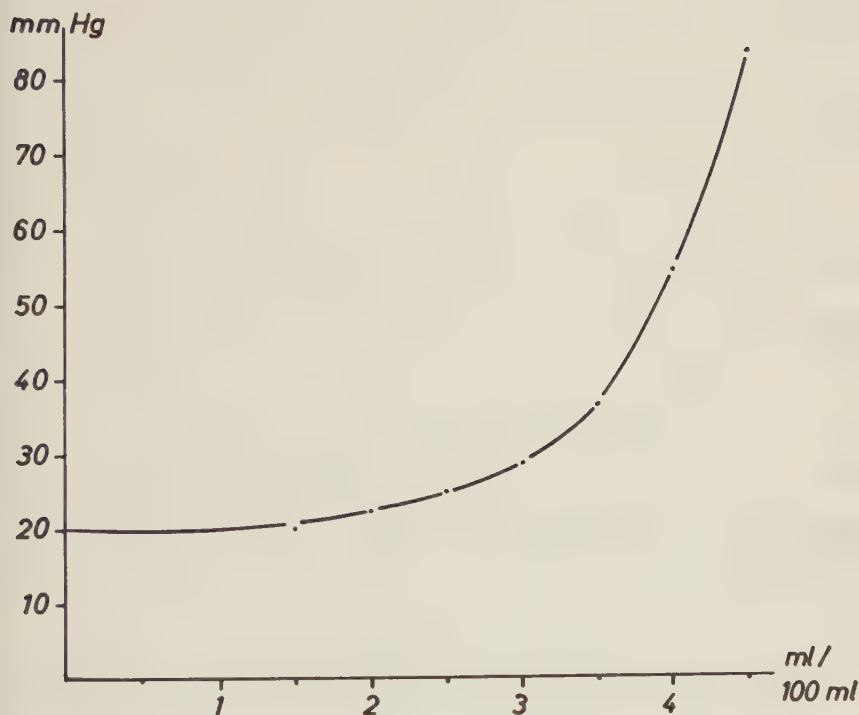


Abb. 9 :

Mittlere Dehnungscharakteristik der 14 untersuchten starken Stützstrümpfe.- Abszisse : Volumenzunahme in ml/100 ml Gewebe.- Ordinate : der zur Dehnung des Strumpfes benötigte Druck in mmHg.- Die Dehnungscharakteristik ergibt sich aus dem senkrechten Abstand der Druck-Volumen-Diagramme, die ohne und mit angezogenem Strumpf gewonnen wurden.- Der Schnittpunkt mit der Ordinate gibt den Kompressionsdruck der Strümpfe bei liegendem Patienten an. Im Stehen kommt es trotz angelegter Strümpfe zu einer durchschnittlichen Volumenzunahme von 3,81 ml/100 ml Gewebe. Dadurch steigt der Kompressionsdruck im Durchschnitt auf 47,75 mmHg an.

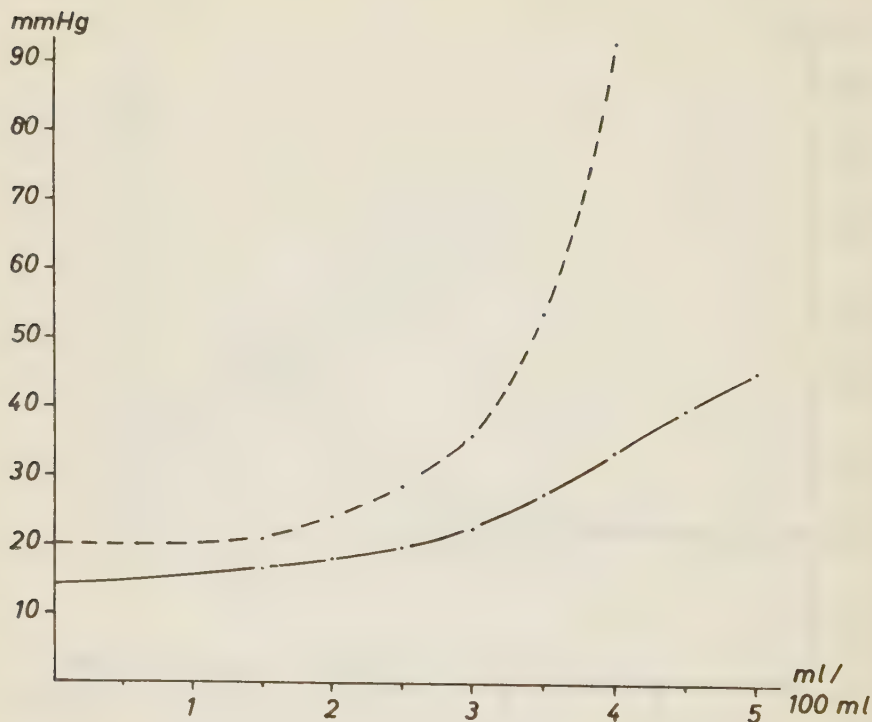


Abb. 10 :

Mittlere Dehnungscharakteristik von 4 Stützstrümpfen mittlerer und starker Qualität bei 4 Patienten.- Abszisse : Volumenzunahme in ml/100 ml Gewebe.- Ordinate : der zur Dehnung des Strumpfes benötigte Druck in mmHg.-

--- Dehnungscharakteristik der starken Stützstrümpfe.-

— Dehnungscharakteristik der mittleren Stützstrümpfe.-

Der Schnittpunkt mit der Ordinate zeigt den im Liegen durch den Strumpf ausgeübten Andruck von 20,25 mmHg für den starken und 7,5 mmHg für den schwächeren Strumpf. Durch den durchschnittlichen Volumenzuwachs im Stehen von 3,49 ml mit dem starken und 4,32 ml/100 ml Gewebe mit dem schwächeren Strumpf steigt der Andruck auf 53,75 mmHg beziehungsweise 39 mmHg an.

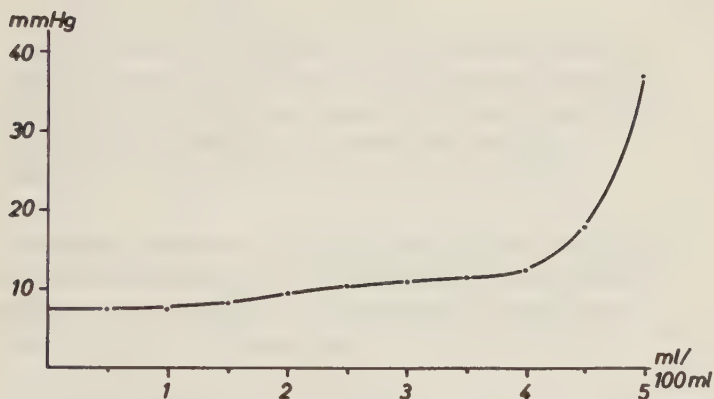


Abb. 11 :

Durchschnittlicher Elastizitätsverlust der untersuchten erkrankten Extremitäten.- Abszisse : Volumenzunahme in ml/100 ml Gewebe.- Ordinate : Verlust an Gewebedruck in mmHg.- Der Elastizitätsverlust einer erkrankten Extremität ergibt sich aus der Differenz zwischen normalem und pathologischem Druck-Volumen-Diagramm.

L e b e n s l a u f

Am 25. Oktober 1941 wurde ich, Ursula Gröber, geb.Eisenhardt als Tochter des Oberstudienrats Hermann Eisenhardt und seiner Ehefrau Elsa geb. Eisenhardt in Göppingen (Baden-Württemberg) geboren.

Zunächst besuchte ich die Schiller-Volksschule in Göppingen und ab 1952 das Mörike-Gymnasium für Mädchen in Göppingen. Hier bestand ich im Frühjahr 1961 die Reifeprüfung.

Im Sommersemester 1961 begann ich an der Eberhard-Karls-Universität Tübingen das Studium der Medizin, wo ich im Frühjahr 1962 die Naturwissenschaftliche und im Herbst 1963 die Ärztliche Vorprüfung mit Erfolg ablegte. Während meines klinischen Studiums besuchte ich im Wintersemester 1964/65 in Besançon (Frankreich) die Ecole Nationale de Médecine. Alle übrigen klinischen Semester absolvierte ich an der Universität Tübingen, wo ich im Sommer 1967 das medizinische Staatsexamen bestand. Ich bin seit 25.Oktober 1966 verheiratet.

